

網棚乾燥装置におけるチップの含水率変化

小澤雅之・伊原隆伸・櫻田尚人

Change in Moisture Content of Chips in a Net-frame Drying System

Masayuki OZAWA, Takanobu IHARA, Naohito SAKURADA

Summary : A prototype Net-frame drying apparatus was made for natural drying of chips for biomass heat boiler. Natural drying was conducted for one week in winter in two types: an open type with net to ensure ventilation of the bottom surface, and a closed type with waterproof sheets to prevent ventilation of the net. In the drying of the whole chips, the moisture content reduction rate was greater in the open type than in the closed type. On the other hand, the moisture content reduction rate on the surface of the deposited chips was similar between the open and closed types, but the bottom surface clearly showed a smaller moisture content reduction rate than the open type. In the case of the open type, the chips were almost evenly dried inside the deposited chip masses, but in the case of the closed type, the drying rate was different inside the masses. It was also inferred that contact with the outside air plays an important role in the drying of chips.

Key words : Net-frame drying system, Biomass heat boiler, Moisture content reduction rate, Chip, drying rate

要旨 : 熱ボイラ用チップを天然乾燥させるために網棚乾燥装置を試作した。網目により、最下面の通気を確保した開放型と、防水シートで網目の通風を阻害した閉塞型とで冬に1週間天然乾燥を行った。チップ全体の乾燥では、閉塞型より開放型で含水率減少率が大きかった。一方、堆積させたチップの表面における含水率減少率は、開放型と閉塞型では同程度の含水率減少率を示したが、最下面では明らかに開放型よりも含水率減少率が小さいことが認められた。開放型であれば堆積させたチップ堆積塊内部にわたりほぼ均等に乾燥しているが、閉塞型では塊内部に乾燥速度に差異が生じるものと思われる。また、チップの乾燥には外気との接触が重要な役割であることが推察された。

キーワード : 網棚乾燥バイオマス熱ボイラ、含水率減少率、チップ、乾燥速度

1 はじめに

気候変動緩和に対する具体的な実行策として「脱炭素化社会」の構築が求められているが、国土の2/3が森林である我が国では、化石資源の代替エネルギー源として木質バイオマスの積極的な活用が考えられる。筆者はこれまでバイオマス熱ボイラ用チップの天然乾燥法などを検討（小澤 2020）してきたが、前報（小澤ほか 2021）ではチップを自然環境下の露天において天然乾燥させても、堆積塊内部は乾燥しないこと、堆積塊モデルによる乾燥過程の含水率変化から、チップを大気に露出させる必要性について知見を得た。そこで、本報では網を使った乾燥棚を試作し、チップを網の上に堆積させ、その棚を地面と垂直方向に重ねることで、乾燥過程に

におけるチップをさらに大気に露出させた場合におけるチップの含水率変化について検討した。

2 調査および試験方法

2.1 網棚乾燥装置の試作

目の間隔4mmのプラスチック製網を115×115cmの木枠に貼りつけた乾燥棚・網棚を作製した（写真1参照）。乾燥棚の網面は96×96cmの面積を有し、その上に未乾燥の熱ボイラ用チップ（広葉樹類で構成）を厚さ3cm（散布密度15kg/cm²）になるように均一に散布した（以後、開放型と呼称）。この乾燥棚を5つ用意し、それらを高さ20cmの間隔で垂直に5層積み重ねた（写真2参照）。地面に最も近い層を最下層、その上を第2層、第3

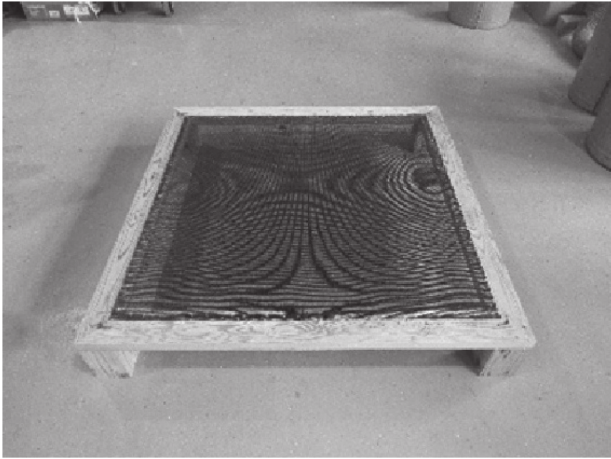


写真1 天然乾燥に用いる網棚



写真2 開放型による天然乾燥



写真3 閉塞型による天然乾燥

層とし、地面から5層目を最上層と呼称する。一方、乾燥棚の網上に防水性を有するブルーシートを敷き、網目からの外気通風や水分移動を阻害した上で前述のチップを同様に散布した（以後、閉塞型と呼

称）。閉塞型についても5つ用意し、開放型と同様に垂直に5層重ね、両型を隣接させて屋根下に設置し天然乾燥を1週間行った（写真3参照）。なお、天然乾燥は、冬場に熱需要が増加することを想定し、冬期に行った。

2.2 チップの含水率測定法

5層重ねた個々の乾燥棚から棚の左端、中心部および右端の表面および最下面からチップを採取し、常法により含水率を求めた。また、天然乾燥を開始する直前のチップ全体の含水率を測定し、これを基準とした。天然乾燥開始2日後と7日後における含水率を測定し、前述の基準含水率との差から含水率減少率を算出し、開放型と閉塞型とでこの値を比較した。

また、各層ごとの含水率変化を調べるため、乾燥棚の中心部付近のチップ堆積部中程から、チップを採取し、含水率を測定し、それを棚全体の含水率とした。

3 結果および考察

3.1 各層におけるチップ全体の含水率変化

乾燥棚を垂直に5層積み重ね、各層におけるチップ全体の含水率減少率を開放型については図1に、閉塞型については図2に示す。

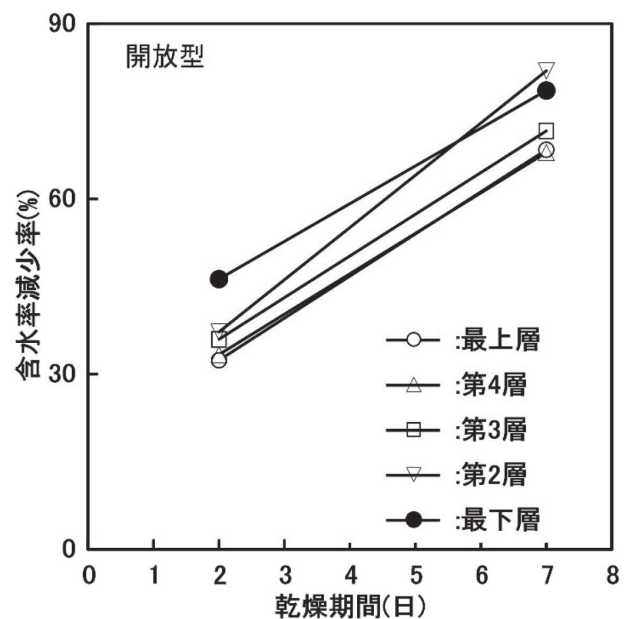


図1 開放型における各層のチップ全体の含水率減少率

開放型各層における乾燥開始2日後の含水率減少率の平均値は、最下層から最上層の順に37.4%、30.9%、23.4%、24.7%および26.2%を示し、第3層での減少率が小さかった。一方、乾燥7日後のそれは、64.1%、67.9%、54.9%、62.9%および63.8%を示し、2日後と同様に第3層での減少率が小さかった。

一方、閉塞型では、同様に2日後のそれは17.8%、15.3%、18.7%、17.6%および24.5%を示し、7日後は49.5%、26.1%、35.3%、35.5%および41.9%を示したが、開放型とは異なり、第3層が最も小さい減少率を示さず、層間においても顕著な傾向は認められなかった。しかし、2日後および7日後ともに全層において開放型の含水率減少率が閉塞型よりも大きい値を示した。この含水率減少率は、各層中心部チップの堆積厚のほぼ中央付近から採取した値である。従って、堆積チップの片側が大气に触れないような場合では触れている場合と比較して乾燥速度が低下することが推察される。

3.2 シートの有無による含水率変化への影響

堆積させたチップの各層の表面と最下面の含水率減少率をそれぞれ図3と図4に示す。チップ表面における乾燥2日後の各層における開放型での含水率減少率は、最下層から最上層の順に64.9%、62.8%、64.7%、62.2%および74.1%を、閉鎖型では同様に64.6%、58.2%、64.8%、64.0%および72.3%を示した。さらに、7日後では開放型84.7%、

84.4%、84.2%、85.3%および91.3%を、閉鎖型82.1%、79.5%、83.0%、88.3%および84.7%を示し、開放型と閉鎖型とにおける表面での含水率減少率に著しい差異は認められなかった。

一方、最下面では、同様に乾燥2日後の開放型で23.3%、19.7%、15.9%、14.2%および18.7%を、閉鎖型では12.0%、4.8%、10.6%、3.9%および4.7%を示し、明らかに閉鎖型の含水率減少率が大きい。さらに、7日後になると開放型55.7%、58.5%、53.4%、55.5%および70.7%を、閉鎖型28.4%、

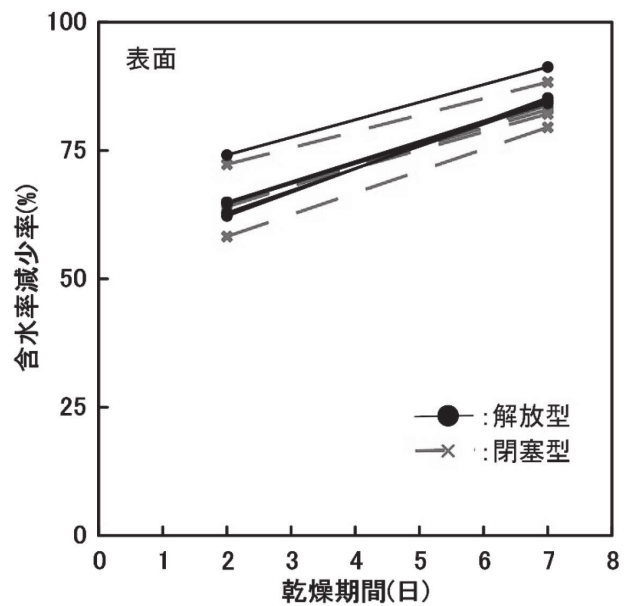


図3 開放型および閉塞型における表面チップの含水率減量率

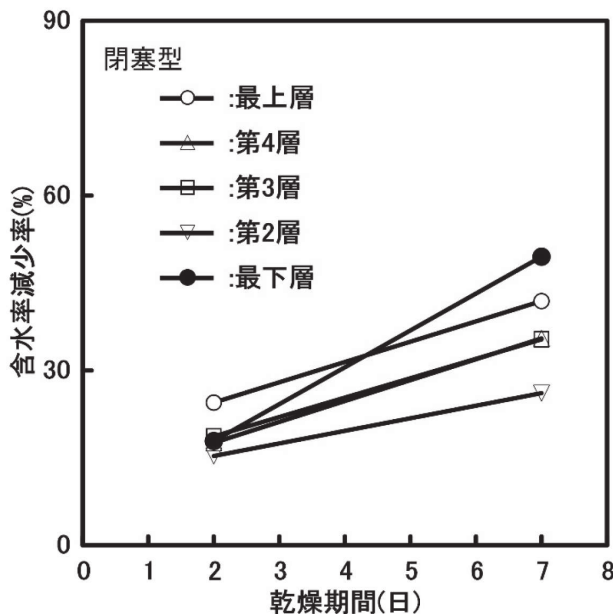


図2 閉塞型における各層のチップ全体の含水率減量率

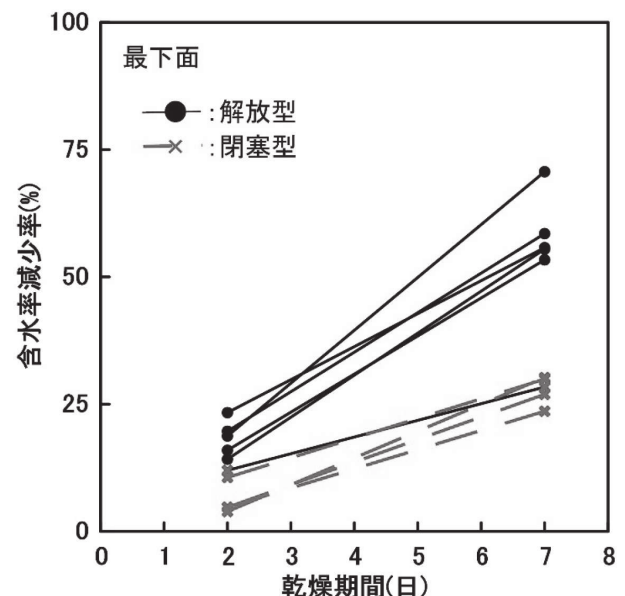


図4 開放型および閉塞型における最下面チップの含水率減量率

23.6%、29.9%、30.2% および 26.9% を示し、閉鎖型では開放型よりも含水率減少率が小さいといえる。また、開放型であれば最下面であっても、含水率減少率は表面よりやや低く、さらに前述の各層におけるチップ全体の含水率減少率よりもやや低い値を示していることから、開放型では堆積させたチップ塊内部全体にわたりほぼ均等に乾燥しているものと思われる。しかし、閉鎖型のチップ表面の含水率減少率は、2日後および7日後ともに、開放型と同程度の値を示したにも関わらず、各層におけるチップ全体の含水率減少率は開放型よりも小さく、さらに最下面のそれは開放型よりも著しく小さかった。これらのことから、閉鎖型では3cmほどに堆積させたチップ塊であっても塊内部の乾燥速度に差異が生じていると思われる。また、開放型と閉鎖型における最下面の差異は、通風を妨げるシートの有無で、共に各層の表面のチップは全面外気と接触していることを考えれば、チップの天然乾燥には冬期であっても外気との接触が重要な役割を果たしていることが推察される。

前報（小澤ほか 2021）では、ある程度乾燥した表面部のチップを裏面に置換すると含水率が増加することが認められた。チップは表面積が最大となる面が、角材のように必ずしも定まっておらず、また、形状が一定ではないため、堆積させるとお互いが不規則に配列される。そのため、チップが所持している水分のチップ堆積塊内における拡散は、基本的には全方位的であり、もしチップ堆積塊のある面が、外気と接触していれば、水分はその面を通じて大気中へ放出されるような流れが生じる。しかし、外気との接触が妨げられると、全方位的に拡散しようとする水分がそこに滞留し、前報（小澤ほか 2021）のようにその部位に新たな乾燥チップが配置されると、そのチップが滞留する水分の吸湿源となり、含水率は増加に転じるものと思われる。

今回は、前報（小澤ほか 2021）の結果を参考にし、チップ堆積厚が3cmという条件で行った。鈴木ら（2006）はチップ堆積塊を攪拌することで乾燥を促進させたが、その効果は表面から20cm程度であることを報告している。堆積塊の厚みを増せば、当然内部における外気との接触の減少が考えられるため、網棚乾燥装置における堆積厚さの増大に伴う含水率減少効果については、今後の検討課題である。

引用文献

- 小澤雅之 (2020) 燃料用チップの天然乾燥. 山梨県森林総合研究所研究報告 39: 29-32
- 小澤雅之・伊原隆伸・櫻田尚人 (2021) チップの天然乾燥における置換効果. 山梨県森林総合研究所研究報告 40: 17-20
- 鈴木保志・宮田大輔・小畑篤史・後藤純一・吉井二郎・政岡尚志・板井拓司 (2006) 丸太形状とチップ形状でのスギ残材の自然乾燥. 日林学術講 117: 123